



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102362425 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 22

(21) 申请号 200980158266. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 03. 25

H02P 21/00 (2006. 01)

H02P 27/04 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 09. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/001330 2009. 03. 25

(87) PCT申请的公布数据

W02010/109522 JA 2010. 09. 30

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 伊藤正人 金原义彦 贝谷敏之

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李今子

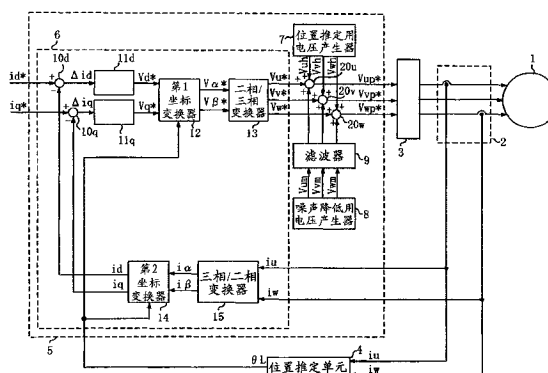
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 13 页

(54) 发明名称

旋转电机的控制装置

(57) 摘要

向旋转电机 (1) 输出驱动控制用的电压指令的控制单元 (5) 具备有:驱动电压指令运算部 (6), 运算用于驱动旋转电机 (1) 的驱动电压指令;位置推定用电压产生器 (7), 产生旋转电机 (1) 的位置推定用的位置推定用电压指令;噪声降低用电压产生器 (8), 产生用于降低伴随着将上述位置推定用电压指令注入到旋转电机 (1) 而从旋转电机 (1) 产生的噪声的噪声降低用电压指令;以及加法器 (20u、20v、20w), 将相加了这些驱动电压指令、位置推定用电压指令、噪声降低用电压指令的电压指令输出到电压施加单元 (3)。



1. 一种旋转电机的控制装置,进行旋转电机的驱动控制,其特征在于具备:
电流检测单元,检测流过所述旋转电机的旋转电机电流;
位置推定单元,根据由所述电流检测单元检测出的所述旋转电机电流推定转子位置;
控制单元,根据由所述电流检测单元检测出的旋转电机电流和由所述位置推定单元推定出的转子位置的信息,输出电压指令;以及
电压施加单元,根据来自所述控制单元的电压指令,对所述旋转电机施加驱动控制用的电压,
其中,所述控制单元具有:
驱动电压指令运算部,运算用于驱动所述旋转电机的驱动电压指令;
位置推定用电压产生器,输出用于推定所述旋转电机的转子位置的位置推定用电压指令;
噪声降低用电压产生器,输出对所述旋转电机的驱动控制以及位置推定没有贡献的噪声降低用电压指令;以及
加法器,对所述驱动电压指令、所述位置推定用电压指令、以及所述噪声降低用电压指令进行相加而作为电压指令输出到所述电压施加单元。
2. 根据权利要求1所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述噪声降低用电压产生器输出单一的噪声降低用电压指令,所述加法器将所述单一的噪声降低用电压指令分路为多个而相加到各相的驱动电压指令。
3. 根据权利要求1或者2所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
在所述噪声降低用电压产生器与所述加法器之间设有滤波器,该滤波器从所述噪声降低用电压指令去除与所述位置推定用电压指令相同的频率分量。
4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述噪声降低用电压产生器输出频率在时间上变化的噪声降低用电压指令。
5. 根据权利要求1~3中的任一项所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述噪声降低用电压产生器输出振幅在时间上变化的噪声降低用电压指令。
6. 根据权利要求1~5中的任一项所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述位置推定用电压产生器输出三相交流的位置推定用电压指令作为用于推定旋转电机的位置的位置推定用电压指令。
7. 根据权利要求1~5中的任一项所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述位置推定用电压产生器输出交变电压的位置推定用电压指令作为用于推定旋转电机的位置的位置推定用电压指令。
8. 根据权利要求1~7中的任一项所述的旋转电机的控制装置,其特征在于,
所述位置推定单元根据包含在所述旋转电机电流中的与所述位置推定用电压指令相同的频率分量的电流,推定所述旋转电机的转子位置。

旋转电机的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对感应电机、同步电机等旋转电机不使用旋转位置传感器而得到转子位置信息来进行旋转控制的旋转电机的控制装置。

背景技术

[0002] 为了高精度地控制旋转电机的旋转动作,需要旋转电机的转子位置信息和流过旋转电机的电流信息。这里,关于转子位置信息,以往是通过将旋转位置传感器另行安装在旋转电机来得到转子位置信息。但是,从成本削减、节省空间、可靠性的提高这样的观点考虑,另行设置旋转位置传感器的缺点大,因此要求旋转位置传感器的无传感器化。

[0003] 作为用于旋转电机中的位置传感器的无传感器化的控制方法,主要有如下方法:根据旋转电机的感应电压来推定旋转电机的转子位置的方法、和利用旋转电机的凸极性(电感的位置依赖性)来推定旋转电机的转子位置的方法。

[0004] 在前者的方法中使用的感应电压的大小具有与旋转电机的速度成比例这样的特征,因此在零速、低速域中感应电压变小,S/N 比恶化,难以高精度地推定旋转电机的转子位置。

[0005] 另一方面,后者的利用了凸极性的方法如下:将与旋转电机的驱动频率不同的高频的位置推定电压指令施加到旋转电机,与此相应地检测流过旋转电机的高频的旋转电机电流,利用该旋转电机电流的大小根据上述的凸极性而依赖于转子位置进行变化来进行位置推定。

[0006] 这样,在利用凸极性的情况下,必须将用于推定旋转电机的转子位置的位置推定用电压指令注入到旋转电机,但是具有不依赖于旋转电机的旋转速度就能推定转子位置的优点,因此特别是在零速、低速域中使用利用了凸极性的无位置传感器控制法。

[0007] 但是,这种利用了凸极性的无位置传感器控制法需要对旋转电机施加高频的位置推定用电压指令,因此伴随它而产生噪声,给人带来不适感。

[0008] 因此,作为用于降低这种伴随对旋转电机施加位置推定用电压而产生的噪声导致的不适感的对策,以往提出了如下方法:通过减小对旋转电机施加的位置推定用电压的振幅来降低从旋转电机产生的噪声的大小本身的方法、改善噪声的音质的方法等。

[0009] 前者的通过减小对旋转电机施加的位置推定用电压指令的振幅来减小从旋转电机产生的噪声的大小本身的方法中,位置推定用电压指令的振幅变小,因此难以高精度地推定旋转电机的转子位置。

[0010] 另一方面,作为后者的改善噪声的音质的方法如下:例如下述的专利文献 1 所记载的以往技术那样,由于具有当在人听得到的声音内特定频率分量突出时人对该声音感觉到不适这样的特征,因此通过故意地随机改变对旋转电机施加的位置推定用电压指令的频率来使得特定频率分量的声音不突出,由此降低人感觉到的不适感。

[0011] 专利文献:日本特开 2004-343833 号公报

发明内容

[0012] 然而,如专利文献 1 所记载那样,当随机地改变位置推定用电压指令的频率分量以使得特定频率分量的声音不突出时,伴随它在推定旋转电机的转子位置所需的电流的频率也成为随机。因此,难以从旋转电机电流检测转子位置的位置推定所需的电流,其结果,位置推定精度恶化,根据情况有可能无法进行位置推定。

[0013] 本发明是为了解决上述的课题而作出的,其目的在于提供一种旋转电机的控制装置,能够高精度地推定转子位置,并且能够有效地降低由于伴随将位置推定用电压指令施加到旋转电机的噪声产生而产生的不适感。

[0014] 本发明所涉及的旋转电机的控制装置,进行旋转电机的驱动控制,具备:电流检测单元,检测流过上述旋转电机的旋转电机电流;位置推定单元,根据由上述电流检测单元检测出的上述旋转电机电流推定转子位置;控制单元,根据由上述电流检测单元检测出的旋转电机电流和由上述位置推定单元推定出的转子位置的信息输出电压指令;以及电压施加单元,根据来自上述控制单元的电压指令,对上述旋转电机施加驱动控制用的电压,其中,上述控制单元具有:驱动电压指令运算部,运算用于驱动上述旋转电机的驱动电压指令;位置推定用电压产生器,输出用于推定上述旋转电机的转子位置的位置推定用电压指令;噪声降低用电压产生器,输出对上述旋转电机的驱动控制以及位置推定没有贡献的噪声降低用电压指令;以及加法器,对上述驱动电压指令、上述位置推定用电压指令、以及上述噪声降低用电压指令进行相加而作为电压指令输出到上述电压施加单元。

[0015] 根据本发明,在对旋转电机的驱动控制用的驱动电压指令相加转子位置推定用的位置推定用电压指令来向电压施加单元进行输出时,还相加从噪声降低用电压产生器输出的噪声降低用电压指令,因此将从旋转电机产生多个频率分量的噪声,能够抑制伴随将位置推定用电压指令施加到旋转电机而产生的噪声突出的现象,其结果,能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。

[0016] 此时,关于位置推定用电压指令,不是随机地改变其频率而是使其频率始终固定,因此与如以往那样随机地改变位置推定用电压指令本身的频率的情况相比,检测旋转电机的转子位置的推定所需的电流变得容易,其结果,能够确保高的位置推定精度。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明的实施方式 1 中的旋转电机的控制装置的结构图。

[0018] 图 2 是表示同装置的位置推定单元的具体例的结构图。

[0019] 图 3 是由同装置的电流振幅运算器所得到的位置推定用电流振幅的波形图。

[0020] 图 4 是用于同装置的位置运算器的动作说明的图。

[0021] 图 5 是由同装置的位置推定用电压产生器所产生的位置推定用电压指令的波形图。

[0022] 图 6 是表示本发明的实施方式 1 中的旋转电机的控制装置的变形例的结构图。

[0023] 图 7 是本发明的实施方式 2 中的旋转电机的控制装置的结构图。

[0024] 图 8 是表示由同装置的噪声降低用电压产生器所产生的噪声降低用电压指令的一个例子的波形图。

[0025] 图 9 是表示同装置的电压施加单元的具体例的结构图。

[0026] 图 10 是用于对同装置的电压施加单元提供了相加了噪声降低用电压指令的电压指令的情况下的动作说明的图。

[0027] 图 11 是用于对同装置的电压施加单元提供了没有相加噪声降低用电压指令的电压指令的情况下的动作说明的图。

[0028] 图 12 是本发明的实施方式 3 中的旋转电机的控制装置的结构图。

[0029] 图 13 是本发明的实施方式 4 中的旋转电机的控制装置的结构图。

具体实施方式

[0030] 实施方式 1.

[0031] 图 1 是本发明的实施方式 1 中的旋转电机的控制装置的结构图。

[0032] 在该实施方式 1 中,旋转电机 1 例如是磁铁埋入型的同步电机,对该旋转电机 1 连接了施加规定的控制电压的电压施加单元 3。另外,设有:电流检测单元 2,检测流过电压施加单元 3 与旋转电机 1 之间的旋转电机电流(这里是二相) i_u 、 i_w ;位置推定单元 4,根据由该电流检测单元 2 检测出的旋转电机电流 i_u 、 i_w 来推定旋转电机 1 的转子位置 θ_L ;以及控制单元 5,向电压施加单元 3 输出驱动控制用的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 。

[0033] 电流检测单元 2 例如由变流器等构成,在本例中检测连接旋转电机 1 与电压施加单元 3 的三相的旋转电机电流内的 U 相和 W 相这二相的旋转电机电流 i_u 、 i_w 。此外,V 相的旋转电机电流 i_v 是利用旋转电机电流为三相平衡来通过运算求出的。另外,这里检测了 U 相和 W 相的旋转电机电流 i_u 、 i_w ,但是不限于此,只要检测任意的二相的电流即可,另外也可以同时地检测 U 相、V 相、W 相的全部的旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 。或者作为电流检测单元 2,也可以采用检测直流母线电流并从该直流母线电流运算旋转电机电流的方法,其中,该直流母线电流是电压施加单元 3 的输入。

[0034] 电压施加单元 3 适用例如三角波比较 PWM 逆变器等的电力变换装置,根据从控制单元 5 输出的各电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 来进行电力变换,向旋转电机 1 施加驱动控制用的电压。

[0035] 这里,由于在旋转电机 1 中具有电感根据转子位置而变化的所谓凸极性,因此如后面进行详述那样,如果根据重叠了从控制单元 5 内的位置推定用电压产生器 7 输出的三相交流的位置推定用指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 来从电压施加单元 3 向旋转电机 1 施加电压,则在由电流检测单元 2 检测出的旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 中将会包含与上述的位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量的电流(下面,称作位置推定用电流) i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} ,这些位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 的振幅根据旋转电机 1 的转子位置而变化。

[0036] 因此,位置推定单元 4 首先利用上述的凸极性从通过电流检测单元 2 检测出的旋转电机电流 i_u 、 i_w 抽取与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量的位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} ,接着根据该抽取的位置推定用电流 i_u 、 i_v 、 i_w 的振幅,求出旋转电机 1 的推定的转子位置(下面,也称作推定位置) θ_L 来进行输出。

[0037] 图 2 是表示位置推定单元 4 的具体结构的一个例子的结构图。

[0038] 该位置推定单元 4 具备:加法器 16、位置推定用电流抽取器 17u、17v、17w、电流振幅运算器 18u、18v、18w、以及位置运算器 19。

[0039] 由于三相的旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 内的通过电流检测单元 2 检测出的 U 相和 W 相的各旋转电机电流 i_u 、 i_w 、与在电流检测单元 2 中没有检测的 V 相的旋转电机电流 i_v 之间,存在下述的 (1) 式的关系,因此通过在加法器 16 中相加 U 相、W 相的各旋转电机电流 i_u 、 i_w ,求出 V 相旋转电机电流 i_v 。此外,当然在电流检测单元 2 同时检测三相的旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 全部的情况下,不要求出 V 相旋转电机电流 i_v 。

[0040] [数式 1]

$$[0041] \quad i_v = -i_u - i_w \quad (1)$$

[0042] 然后,将如上述那样检测出的各旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 分别输入到个别设置的位置推定用电流抽取器 17u、17v、17w,抽取与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量的位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 。该情况下的各位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 的抽取是利用带通滤波器、陷波滤波器等来进行的。此外,在各旋转电机电流 i_u 、 i_v 、 i_w 中还包含有后述那样的与噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 相同的频率分量的信号,但是该信号的频率与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 不同,因此在各位置推定用电流抽取器 17u、17v、17w 中被去除,在抽取位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 时不会产生任何问题。

[0043] 将这样由各位置推定用电流抽取器 17u、17v、17w 抽取出的各位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 分别输入到个别设置的各电流振幅运算器 18u、18v、18w 来运算作为位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 的振幅值的各位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 。

[0044] 在该情况下的各位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 的运算方法中,没有特别限制,但是例如能够通过进行傅立叶变换、或者基于根据下述的 (2) 式对位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 求平方的自相关值,求出振幅。

[0045] [数式 2]

$$[0046] \quad \left. \begin{aligned} I_{uh} &= \sqrt{\frac{2}{T_n} \int_0^{T_n} i_{uh}^2 dt} \\ I_{vh} &= \sqrt{\frac{2}{T_n} \int_0^{T_n} i_{vh}^2 dt} \\ I_{wh} &= \sqrt{\frac{2}{T_n} \int_0^{T_n} i_{wh}^2 dt} \end{aligned} \right\} (2)$$

[0047] (其中, T_n 为位置推定用电流的周期)

[0048] 接着,位置运算器 19 根据由各个电流振幅运算器 18u、18v、18w 求出的位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 来运算旋转电机 1 的推定位置 θ_L 。下面,详述其方法。此外,位置运算器 19 不限于下面所描述的方法,如果是根据位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 来运算推定位置 θ_L 的方法,则除此以外的哪种方法都可以应用。

[0049] 由各电流振幅运算器 18u、18v、18w 所得到的位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 如图 3 所示那样重叠了偏置 I_h ,以旋转电机 1 的位置(电角度)的 $1/2$ 的周期进行变化。

[0050] 因此,在位置运算器 19 中,首先如下述的 (3) 式那样,从各位置推定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 中减去偏置 I_h 来计算出各位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 。这里,根据各位置推

定用电流振幅 I_{uh} 、 I_{vh} 、 I_{wh} 为三相平衡,能够通过 (4) 式来求出偏置 I_h 。

[0051] [数式 3]

$$\left. \begin{aligned} dI_u &= I_{uh} - I_h \\ dI_v &= I_{vh} - I_h \\ dI_w &= I_{wh} - I_h \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

[0053] [数式 4]

$$I_h = \frac{I_{uh} + I_{vh} + I_{wh}}{3} \quad (4)$$

[0055] 这里,旋转电机 1 的推定位置 θ_L 可以通过对用 (3) 式表示的各位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 内的某一个信号进行反余弦运算来算出,但是需要用于反余弦运算的运算、预先存储反余弦函数,导致运算量、存储容量的增加,因此不是上策。因此,在该实施方式 1 中,采用了如下方法:不使用反余弦函数而利用直线近似来运算旋转电机 1 的推定位置 θ_L 的方法。下面,说明该方法。

[0056] 在位置运算器 19 中,从通过 (3) 式所得到的各位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 的相对关系,如图 4 所示,分为各区间的中心位置 θ_M 如成为由下面的 (5) 式提供的值那样的 6 个区间 (I ~ VI)。

[0057] [数式 5]

$$\theta_M = N \frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{12} \quad (N = 0, 1, 2 \cdots 5) \quad (5)$$

[0059] 在各区间 (I ~ VI) 中,在各位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 内,在各区间的中心处过零的是 $\sin$ 、 $-\sin$ 的函数,但是将这些 $\sin$ 、 $-\sin$ 的函数视作直线来进行直线近似,根据下面的 (6) 式来求出各区间 (I ~ VI) 的中心位置 θ_M 与旋转电机 1 的推定位置 θ_L (≡ 旋转电机 1 的位置 θ) 的偏差 $\Delta \theta_{ML}$ 。这里, (6) 式的 dI_{uvw} 是在各位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 内,在各区间 (I ~ VI) 的中心位置 θ_M 处过零时的纵轴的值。另外, I_{ha} 是位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} 的基于旋转电机位置的变化量,因此 $(I_{ha}/2)$ 成为位置运算信号 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 的振幅。

[0060] [数式 6]

$$\Delta \theta_{ML} = \frac{dI_{uvw}}{(I_{ha} / 2)} \quad (6)$$

[0062] 此外, $(I_{ha}/2)$ 也可以如下面的 (7) 式那样通过 dI_u 、 dI_v 、 dI_w 的平方之和的平方根求出。

[0063] [数式 7]

$$\frac{I_{ha}}{2} = \sqrt{\frac{2(dI_u^2 + dI_v^2 + dI_w^2)}{3}} \quad (7)$$

[0065] 然后,如下面的 (8) 式所示,对通过 (6) 式求出的 $\Delta \theta_{ML}$ 和中心位置 θ_M 进行相加而求出旋转电机 1 的推定位置 θ_L 。

[0066] [数式 8]

[0067] $\theta_L = \theta_M + \Delta \theta_{ML}$ (8)

[0068] 另一方面,控制单元 5 具有:驱动电压指令运算部 6、位置推定用电压产生器 7、噪声降低用电压产生器 8、滤波器 9、以及加法器 20u、20v、20w。

[0069] 而且,由加法器 20u、20v、20w 分别相加从驱动电压指令运算部 6 输出的驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 、从位置推定用电压产生器 7 输出的位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 、以及从噪声降低用电压产生器 8 经由滤波器 9 输出的噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 、作为电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 输出到电压施加单元 3。

[0070] 因而,在施加到电压施加单元 3 的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 中,对原来的驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 重叠了位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 和噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 。此外,在后面详述位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 、和噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 。

[0071] 上述的驱动电压指令运算部 6 具有:2 个减法器 10d、10q、d 轴电流控制器 11d、q 轴电流控制器 11q、第 1 坐标变换器 12、二相 / 三相变换器 13、第 2 坐标变换器 14、以及三相 / 二相变换器 15。

[0072] 这里,一个减法器 10d 求出为了驱动旋转电机 1 而从控制单元 5 的外部提供的 d 轴电流指令 i_d^* 与作为第 2 坐标变换器 14 的输出电流 i_d 的偏差 Δi_d 。d 轴电流控制器 11d 通过进行比例积分控制 (PI 控制) 使得上述偏差 Δi_d 成为零来运算 d 轴电压指令 V_d^* 。

[0073] 另一个减法器 10q 求出为了驱动旋转电机 1 而从控制单元 5 的外部提供的 q 轴电流指令 i_q^* 与作为第 2 坐标变换器 14 的输出电流 i_q 的偏差 Δi_q 。q 轴电流控制器 11q 通过进行比例积分控制 (PI 控制) 使得上述偏差 Δi_q 成为零来运算 q 轴电压指令 V_q^* 。

[0074] 第 1 坐标变换器 12 将从 d 轴电流控制器 11d 和 q 轴电流控制器 11q 分别输出的 d 轴电压指令 V_d^* 以及 q 轴电压指令 V_q^* 分别变换为静止二轴 (α - β 轴) 上的电压指令 V_α^* 、 V_β^* 。二相 / 三相变换器 13 将从第 1 坐标变换器 12 输出的电压指令 V_α^* 、 V_β^* 变换为三相交流坐标的驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 。

[0075] 三相 / 二相变换器 15 将由电流检测单元 2 检测出的旋转电机电流 i_u 、 i_w 变换为静止二轴 (α - β 轴) 上的电流 i_α 、 i_β 。第 2 坐标变换器 14 将从三相 / 二相变换器 15 输出的电流 i_α 、 i_β 变换为与前述的作为位置推定单元 4 的输出推定位置 θ_L 同步地进行旋转的旋转二轴 (d-q 轴) 上的电流 i_d 、 i_q , 并输出到上述的各减法器 10d、10q。

[0076] 位置推定用电压产生器 7 为了推定旋转电机 1 的转子位置,产生频率与驱动电压指令运算部 6 输出的驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 不同的位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 。如果频率与驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 不同,则这些各位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 哪种指令都行,但是在该实施方式 1 中是三相交流的位置推定用电压指令。

[0077] 这些三相交流的位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 例如表示在图 5。各三相交流位置推定用电压指令的信号是如下信号:在电压施加单元 3 为三角波比较 PWM 逆变器的情况下,当将在用该三角波比较 PWM 逆变器进行 PWM 调制时所使用的三角波载波的半周期 T_c 设为 1 区间时,具有如由 6 区间 ($= 6 \cdot T_c$) 成为 1 周期那样的周期 T_h 。另外,为了使这些各位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 成为三相平衡,各相相互地错开 2 区间 ($= 2 \cdot T_c$) 来进行设定。这样,通过将位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 设为三相交流电压,如图 5 所示

那样的模型化变得容易,能够简化位置推定用电压产生器 7 的结构。

[0078] 当从位置推定用电压产生器 7 将位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 通过电压施加单元 3 向旋转电机 1 施加时,伴随它从旋转电机 1 产生噪声,由于该噪声使人感觉到不适,因此为了降低这种不适感,噪声降低用电压产生器 8 输出三相的噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 。下面,说明该噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 的详细情况。

[0079] 有如下特征:在人听得到的噪声中,在噪声的频率为单一频率的情况和包含多个频率分量的情况中,单一频率的噪声使人感觉到不适。因此,在该实施方式 1 中,由噪声降低用电压产生器 8 产生具有与驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 、位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 不同的频率的三相的噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} ,将这些各噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 通过加法器 20u、20v、20w 个别地相加到驱动电压指令 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* 和位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 。于是,电压施加单元 3 将基于相加而得到的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 的驱动控制用的电压施加到旋转电机 1。

[0080] 由此,在从旋转电机 1 产生的噪声中,混合存在基于位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的频率分量的噪声、以及基于噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 的频率分量的噪声,因此与噪声的频率分量为单一的情况相比,能够降低人感觉到的不适感。

[0081] 特别是,针对各个噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} ,如果不是将频率分别设为固定,而是设为使频率在时间上变化,则在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 中会包含各种频率分量,能够更进一步降低从旋转电机 1 产生的噪声的不适感,因此是优选的。

[0082] 例如,如果将各噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 设为如下面的 (9) 式所示那样振幅为 A_f 、中心频率为 ω_n 、相位以 $m_f \cdot \sin(\omega_m \cdot t)$ 变化的 FM 调制波,则噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 的频率在时间上变化。其结果,从旋转电机 1 产生的噪声的频率也在时间上变化从而会包含各种频率分量,因此能够更进一步降低由于噪声而人感觉到的不适感。

[0083] [数式 9]

$$[0084] \quad A_f \cdot \cos(\omega_n t + m_f \sin(\omega_m t)) \quad (9)$$

[0085] 设置在噪声降低用电压产生器 8 与加法器 20u、20v、20w 之间的滤波器 9 是用于以在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 中不包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近的频率分量的方式来去除这些频率分量的单元,例如适用陷波滤波器等。

[0086] 例如,在将噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 设为如上述的 (9) 式所示那样的 FM 调制波的情况下,当该 FM 调制波的频率带宽与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的频率一部分重复时,噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 有可能对位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 带来坏影响而导致位置推定精度恶化。特别是,如果包含在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 的频率分量与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同、且反相位,则噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 会抵消位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} ,位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的信号电平变小或变成零,产生位置推定精度恶化这样的不合适。

[0087] 因此,通过由滤波器 9 进行去除以使得在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 中不包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近频率分量,由此防止位置推定精度的恶化。

[0088] 此外,在没有在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 中包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近的频率分量的担忧的情况下,能够如图 6 所示那样省

略滤波器 9。

[0089] 如以上那样,在该实施方式 1 中,在为了旋转位置传感器的无传感器化而将位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 施加到旋转电机 1 时,同时地相加了具有与该位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的频率不同的频率分量的噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} ,因此从旋转电机 1 产生的噪声会包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的频率不同的频率分量,与噪声的频率分量为单一的情况相比,能够降低人感觉到的不适感。

[0090] 另外,虽然包含在噪声的频率分量混合存在多个,但是关于位置推定用电压 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} ,其频率始终固定,因此与如以往那样随机地改变位置推定用电压 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 的频率的情况相比,能够从旋转电机电流高精度地抽取位置推定用电流 i_{uh} 、 i_{vh} 、 i_{wh} ,其结果,能够确保高的位置推定精度。

[0091] 进而,由滤波器 9 预先去除以使得在噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 中不包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近的频率分量,因此能够事先防止噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 对位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 带来坏影响。

[0092] 实施方式 2。

[0093] 图 7 是本发明的实施方式 2 中的旋转电机的控制装置的结构图,对于与图 1 所示的实施方式 1 对应或者相当的结构部分附加相同的符号。另外,在图 7 中,除了控制单元 5 内的噪声降低用电压产生器 8 的结构以外的部分与实施方式 1 的情况相同,因此这里省略除了噪声降低用电压产生器 8 的结构以外的部分的说明。

[0094] 在上述实施方式 1 中,设为从噪声降低用电压产生器 8 分别产生三相的噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} ,但是在该实施方式 2 中,使得从噪声降低用电压产生器 8 产生具有频率在时间上变化的 FM 调制波、振幅在时间上变化的 AM 调制波的单一的噪声降低用电压指令 V_m ,使该噪声降低用电压指令 V_m 通过了滤波器 9 之后,分路为 3 个而提供给各加法器 $20u$ 、 $20v$ 、 $20w$ 。

[0095] 即在该实施方式 2 中,将由噪声降低用电压产生器 8 产生的噪声降低用电压指令 V_m 设为:例如,如前述的 (9) 式所示那样频率在时间上变化的 FM 调制波、如下面的 (10) 式所示那样角频率为 ω_b 、振幅在时间上以 $(A_{a1}+A_{a2} \cdot \sin \omega_a t)$ 变化的 AM 调制波、或者如图 8 所示那样振幅阶段状地周期性地变化的 AM 调制波。

[0096] [数式 10]

$$[0097] \quad (A_{a1}+A_{a2} \cdot \sin \omega_a t) \cdot \sin \omega_b t \quad (10)$$

[0098] 这里,在 U、V、W 相的各电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 上重叠了相同的噪声降低用电压指令 V_m 的情况下,由于 U、V、W 相的各电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 的线间电压不变化,因此乍一看会认为从旋转电机 1 不会产生与噪声降低用电压指令 V_m 相同频率分量的声音。

[0099] 但是,在如电压施加单元 3 由载波比较 PWM 逆变器所构成那样的情况下,将根据比较了三角波状或者锯齿波状的载波与输入到电压施加单元 3 的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 的值而被进行 PWM 调制的驱动控制电压输出到旋转电机 1,因此如果如上述那样在电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 上重叠了具有频率在时间上变化的 FM 调制波、振幅在时间上变化的 AM 调制波的噪声降低用电压指令 V_m ,则接通 / 断开构成载波比较 PWM 逆变器的各开关元件的开关定时发生变化。于是,以该开关定时的变化为起因,从旋转电机 1 产生包含

多个频率分量的噪声。由此,能够抑制伴随施加位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 而产生的噪声突出,其结果能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。下面,说明其详细情况。

[0100] 图 9 是作为载波比较 PWM 逆变器的电压施加单元 3 的结构图。

[0101] 该电压施加单元 3 是具备开关信号运算部 23、电力变换部 24、以及平滑电容器 25 而构成的。

[0102] 这里,开关信号运算部 23 具有一个载波信号产生器 27、和三相的比较器 28u、28v、28w,载波信号产生器 27 产生三角波、锯齿波等载波信号 Sc 。

[0103] 另外,各比较器 28u、28v、28w 分别比较从载波信号产生器 27 输出的载波信号 Sc 和从控制单元 5 输出的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* ,输出用于接通 / 断开构成电力变换部 24 的各开关元件 26 的开关信号 Sup 、 Sun 、 Svp 、 Svn 、 Swp 、 Swn 。例如,各比较器 28u、28v、28w 分别比较三角波的载波信号 Sc 和电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* ,在与载波信号 Sc 相比电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 的电平更大的情况下输出接通开关元件 26 的开关信号,在小的情况下输出断开开关元件 26 的开关信号。

[0104] 电力变换部 24 具有由例如 IGBT 等半导体开关构成的 6 个开关元件 26 (UP、UN、VP、VN、WP、WN),根据从开关信号运算部 23 提供的各开关信号 Sup 、 Sun 、 Svp 、 Svn 、 Swp 、 Swn 来接通 / 断开 6 个开关元件 26,从而将从电压施加单元 3 的外部的直流电压源提供的直流电压 V_{dc} 变换为交流电压而施加到旋转电机 1。

[0105] 图 10 是将相加如图 8 所示那样的振幅周期性地阶段状地变化的 AM 调制波的噪声降低用电压指令 V_m 而成的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* ,在三角波的载波信号 Sc 以及 3 个开关信号 Sup 、 Svp 、 Swp 的关系中示意性地表示的波形图,另外,图 11 是将不相加如图 8 所示那样的噪声降低用电压指令 V_m 的情况下的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* ,在三角波的载波信号 Sc 以及 3 个开关信号 Sup 、 Svp 、 Swp 的关系中示意性地表示的波形图。

[0106] 此外,在图 10、图 11 中,电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 实际上是正弦波信号,但是与载波信号 Sc 、噪声降低用电压指令 V_m 相比频率低,因此表示为直线状。另外,在电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 中重叠了位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} ,但是这里主要是为了说明各开关元件 26 的开关定时动作而省略图示。

[0107] 在不相加噪声降低用电压 V_m 的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 提供到各开关元件 26 的情况下,如图 11 所示,各开关元件 26 的开关定时在区间 A 与区间 B 中全部相同。

[0108] 与此相对,在相加了噪声降低用电压指令 V_m 的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 提供到各开关元件 26 的情况下,线间电压是固定的,但是如从图 10 可明确那样,各开关元件 26 的开关定时在区间 A 与区间 B 中定时不同。

[0109] 这样,在相加了振幅在时间上变化的 AM 调制波、或者振幅在时间上阶段状地变化的 AM 调制波的噪声降低用电压指令 V_m 的情况下,接通 / 断开各开关元件 26 的开关定时发生变化。于是,以该开关定时的变化为起因,从旋转电机 1 产生包含多个频率分量的噪声,由此抑制伴随施加位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 而产生的噪声突出,其结果能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。

[0110] 另外,与在实施方式 1 说明的同样,由滤波器 9 预先去除以使得在噪声降低用电压指令 V_m 中不包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近的频率分量,因此能够防止噪声降低用电压指令 V_m 对位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 带来坏影

响。此外,在噪声降低用电压指令 V_m 中不包含与位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 相同的频率分量、其附近的频率分量的情况下,可以省略滤波器 9。

[0111] 如以上那样,在该实施方式 2 中,根据相加了振幅在时间上变化的 AM 调制波、或者振幅在时间上阶段状地变化的 AM 调制波中的一个噪声降低用电压指令 V_m 的电压指令 V_{up} *、 V_{vp} *、 V_{wp} * 来驱动旋转电机 1,因此构成电压施加单元 3 的各开关元件 26 的开关定时发生变化,伴随它从旋转电机 1 产生包含多个频率分量的噪声。因此,抑制通过施加位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} 而产生的噪声突出,其结果能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。

[0112] 另外,在前述的实施方式 1 中相加了三的各噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} ,因此在旋转电机 1 中流过与各噪声降低用电压指令 V_{um} 、 V_{vm} 、 V_{wm} 分别相同频率分量的旋转电机电流,该旋转电机电流成为损耗。与此相对,在该实施方式 2 中,由于将一个噪声降低用电压指令 V_m 施加为各相共用,因此即使相加噪声降低用电压指令 V_m ,线间电压也不变化。因此,在旋转电机 1 中不会流过与噪声降低用电压指令 V_m 相同频率分量的旋转电机电流。因而,能够简化噪声降低用电压产生器 8 的结构,并且能够防止由于相加噪声降低用电压指令 V_m 而造成的损耗的产生。

[0113] 实施方式 3。

[0114] 图 12 是本发明的实施方式 3 中的旋转电机的控制装置的结构图,对于与图 1 所示的实施方式 1 对应或者相当的结构部分附加相同的符号。另外,在图 12 中,除了位置推定单元 4 和控制单元 5 的结构以外的部分与实施方式 1 的情况相同,因此这里省略除了位置推定单元 4 以及控制单元 5 的结构以外的部分的说明。

[0115] 控制单元 5 具有:驱动电压指令运算部 6、位置推定用电压产生器 7、噪声降低用电压产生器 8、滤波器 9、第 1 坐标变换器 12、以及二相 / 三相变换器 13。

[0116] 而且,驱动电压指令运算部 6 具备:2 个减法器 10d、10q、d 轴电流控制器 11d、q 轴电流控制器 11q、第 2 坐标变换器 14、以及三相 / 二相变换器 15。该情况下的驱动电压指令运算部 6 中,2 个减法器 10d、10q、d 轴电流控制器 11d、q 轴电流控制器 11q、第 2 坐标变换器 14、以及三相 / 二相变换器 15 的各结构与实施方式 1 的情况相同,因此这里省略详细的说明。

[0117] 在上述的实施方式 1、2 中,为了推定旋转电机 1 的转子位置,使得从位置推定用电压产生器 7 产生三相交流的位置推定用电压指令 V_{uh} 、 V_{vh} 、 V_{wh} ,但是在该实施方式 3 中,使得从位置推定用电压产生器 7 产生频率与驱动电压指令运算部 6 输出的驱动电压指令 V_d * 不同的交变电压的位置推定用电压指令 V_{dh} 。

[0118] 该情况下的位置推定用电压指令 V_{dh} 如果其频率与驱动电压指令 V_d * 不同则哪种都可以,但是在该实施方式 3 中,只对 d 轴电压指令 V_d * 和 q 轴电压指令 V_q * 内的 d 轴电压指令 V_d * 相加交变电压的位置推定用电压指令 V_{dh} 。由此,能够抑制当将位置推定用电压指令 V_{dh} 施加到旋转电机 1 时所产生的转矩脉动,因此情况良好。

[0119] 噪声降低用电压产生器 8 与实施方式 1 的噪声降低用电压产生器 8 同样地,例如分别输出如前述的 (9) 式那样的 FM 调制波这样的二相的噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 。然后,通过滤波器 9 预先去除了与包含在这些各噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 中的位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量、其附近的频率分量之后,分别提供给加法器 20d、20q。此

外,在从噪声降低用电压产生器 8 输出的各噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 中不包含与位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量、其附近的频率分量的情况下,可以省略滤波器 9。

[0120] 一个加法器 20d 在驱动电压指令运算部 6 输出的 d 轴电压指令 V_d^* 上相加位置推定用电压指令 V_{dh} 和通过滤波器 9 之后的位置推定用电压指令 V_{md} ,将该相加而得到的指令作为电压指令 V_{dp}^* 输出到第 1 坐标变换器 12。另外,另一个加法器 20q 在驱动电压指令运算部 6 输出的 q 轴电压指令 V_q^* 上相加通过滤波器 9 之后的噪声降低用电压指令 V_{mq} ,将该相加而得到的指令作为电压指令 V_{qp}^* 输出到第 1 坐标变换器 12。

[0121] 第 1 坐标变换器 12 将来自两加法器 20d、20q 的电压指令 V_{dp}^* 、 V_{qp}^* 变换为静止二轴 (α - β 轴) 上的电压指令 V_α^* 、 V_β^* 。接着,二相/三相变换器 13 将从第 1 坐标变换器 12 输出的电压指令 V_α^* 、 V_β^* 变换为三相交流坐标的电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 。而且,电压施加单元 3 将基于各电压指令 V_{up}^* 、 V_{vp}^* 、 V_{wp}^* 的驱动控制用的电压施加到旋转电机 1。

[0122] 由此,在从旋转电机 1 产生的噪声中,与基于位置推定用电压指令 V_{dh} 的频率分量一起混合存在基于噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 的频率分量,因此与包含在噪声的频率分量为单一的情况相比,能够降低人感觉到的不适感。

[0123] 另一方面,位置推定单元 4 从由电流检测单元 2 检测出的旋转电机电流 i_u 、 i_w 抽取与位置推定用电压产生器 7 输出的交变的位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量的电流,根据抽取的电流使用例如日本专利 3312472 号公报、或者日本专利 3707528 号公报所记载的公知技术来输出推定位置 θ_L 。

[0124] 在这种情况下,交变电压的位置推定用电压指令 V_{dh} 与 d 轴电压指令 V_d^* 频率不同,另外,对于由加法器 20d、20q 相加的噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} ,通过滤波器 9 预先去除与位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量、其附近的频率分量,因此作为位置推定单元 4 的输出的推定位置 θ_L 的精度不会恶化。

[0125] 如以上那样,在该实施方式 3 中,在从位置推定用电压产生器 7 输出交变电压的位置推定电压指令 V_{dh} 的情况中,与实施方式 1、2 同样地,从噪声降低用电压产生器 8 同时地输出噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} ,生成由加法器 20d、20q 相加了噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 的电压指令 V_{dp}^* 、 V_{qp}^* ,因此在从旋转电机 1 产生的噪声中,除了伴随施加位置推定用电压指令 V_{dh} 而产生的噪声之外,还包含伴随相加噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} 而产生的噪声,其结果,位置推定用电压指令 V_{dh} 的噪声不会突出,能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。

[0126] 实施方式 4.

[0127] 图 13 是本发明的实施方式 4 中的旋转电机的控制装置的结构图,对于与图 12 所示的实施方式 3 对应或者相当的结构部分附加相同的符号。此外,在图 13 中,除了控制单元 5 内的噪声降低用电压产生器 8 的结构以外的部分与实施方式 3 的情况相同,因此这里省略除了噪声降低用电压产生器 8 的结构以外的部分的说明。

[0128] 在上述的实施方式 3 中,从噪声降低用电压产生器 8 分别产生二相的噪声降低用电压指令 V_{dm} 、 V_{qm} ,但是在该实施方式 4 中,与实施方式 2 同样地,从噪声降低用电压产生器 8 产生具有如 (9) 式所示那样的频率在时间上变化的 FM 调制波、如 (10) 式所示那样的振幅在时间上变化的 AM 调制波的单一的噪声降低用电压指令 V_{mdq} 。

[0129] 然后,使该噪声降低用电压指令 V_{mdq} 通过滤波器 9 而预先去除了与位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量、其附近的频率分量之后,分路为 2 个来提供给各加法器 20d、20q,由各加法器 20d、20q 来相加到各驱动电压指令 V_d^* 、 V_q^* ,将该相加而得到的信号作为电压指令 V_{dp}^* 、 V_{qp}^* 输出。此外,在这种情况下,在噪声降低用电压产生器 8 输出的噪声降低用电压指令 V_{dqm} 中不包含与位置推定用电压指令 V_{dh} 相同的频率分量、其附近的频率分量的情况下,也可以省略滤波器 9。

[0130] 由此,噪声降低用电压指令 V_{mdq} 不对位置推定用电压指令 V_{dh} 带来坏影响,构成电压施加单元 3 的开关元件的开关定时在时间上发生变化,因此从旋转电机 1 会根据开关定时而产生包含多个频率分量的噪声。其结果,伴随将位置推定用电压 V_{dh} 施加到旋转电机 1 而产生的噪声不会突出,能够降低人感觉到的不适感。

[0131] 如以上那样,在该实施方式 4 中,在从位置推定用电压产生器 7 产生交变电压的位置推定电压指令 V_{dh} 并相加到 d 轴电压指令 V_d^* 时,从噪声降低用电压产生器 8 输出振幅在时间上变化的 AM 调制波、或者振幅在时间上阶段状地变化的 AM 调制波中的一个的噪声降低用电压指令 V_{dqm} ,因此与实施方式 2 的情况同样地,构成电压施加单元 3 的各开关元件的开关定时发生变化,从旋转电机 1 产生包含多个频率分量的噪声。由此,抑制伴随施加位置推定用电压指令 V_{dh} 而在旋转电机 1 产生的噪声突出的现象,其结果能够降低由于噪声而人感觉到的不适感。另外,在该实施方式 4 中,施加了一个噪声降低用电压指令 V_m ,因此与实施方式 3 相比能够简化噪声降低用电压产生器 8 的结构,并且能够防止相加噪声降低用电压指令 V_m 导致的损耗的产生。

[0132] 产业上的可利用性

[0133] 在上述的各实施方式 1 ~ 4 中,将旋转电机 1 设为磁铁埋入型的同步电机,但是在同步磁阻型的同步电机等其它同步电机中也能够应用本发明的旋转电机的控制装置。

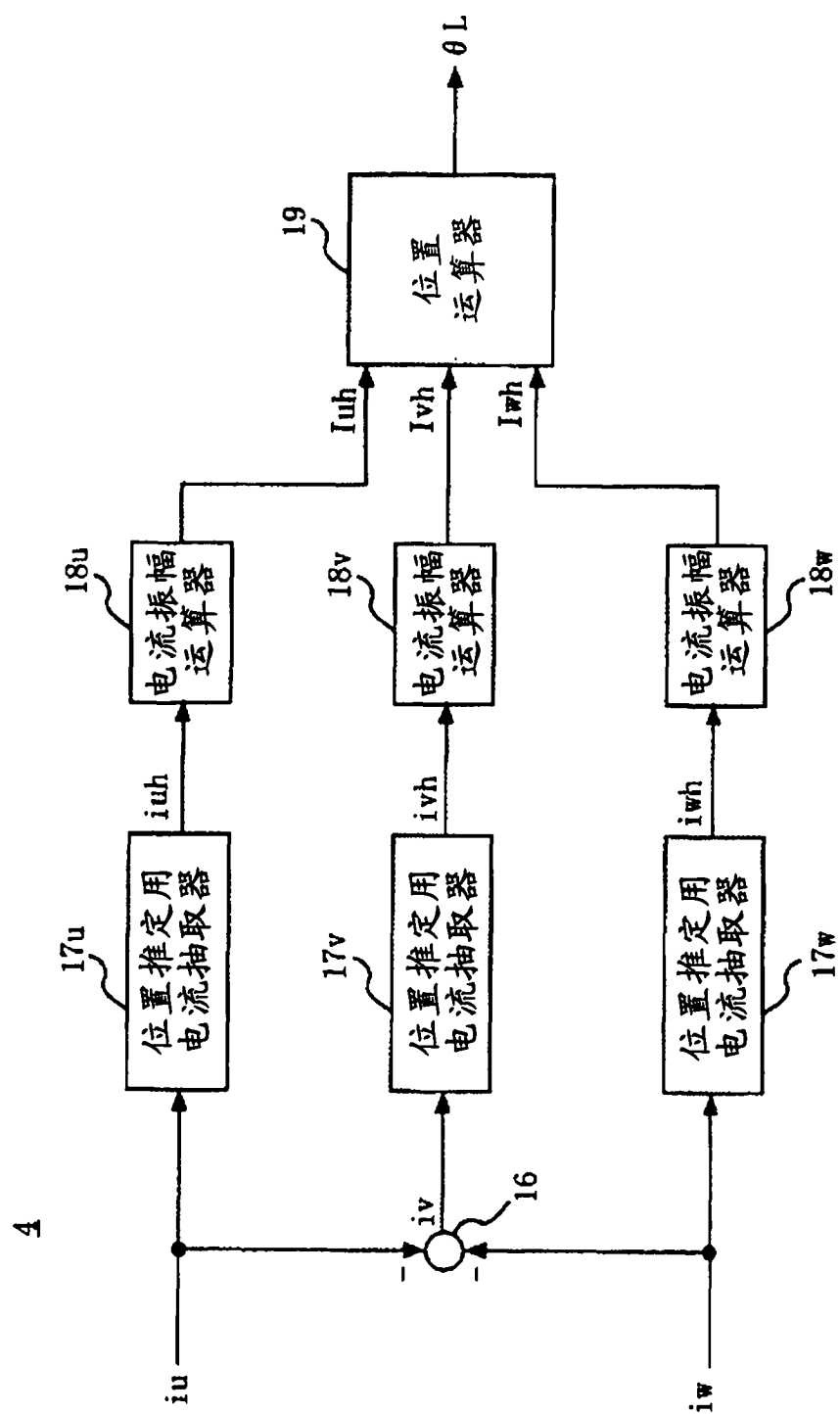


图 2

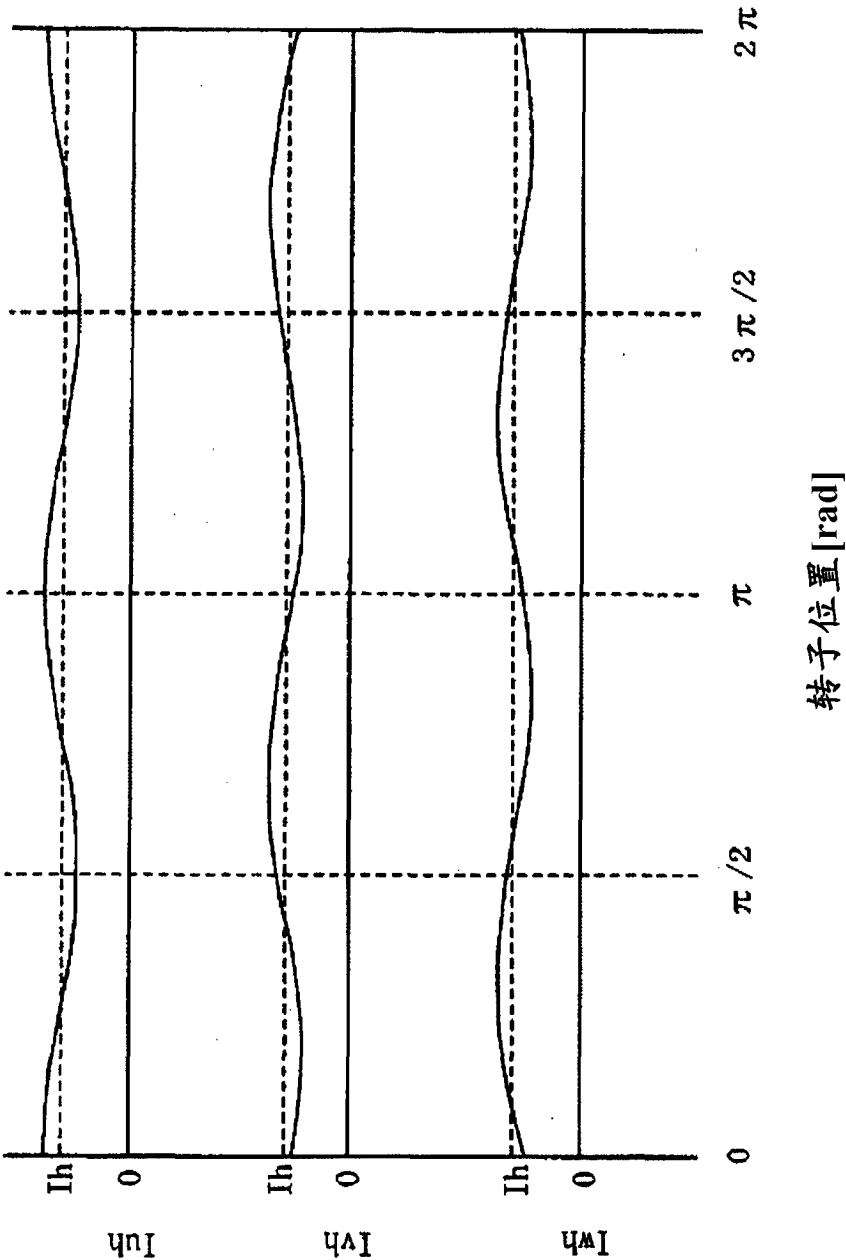


图 3

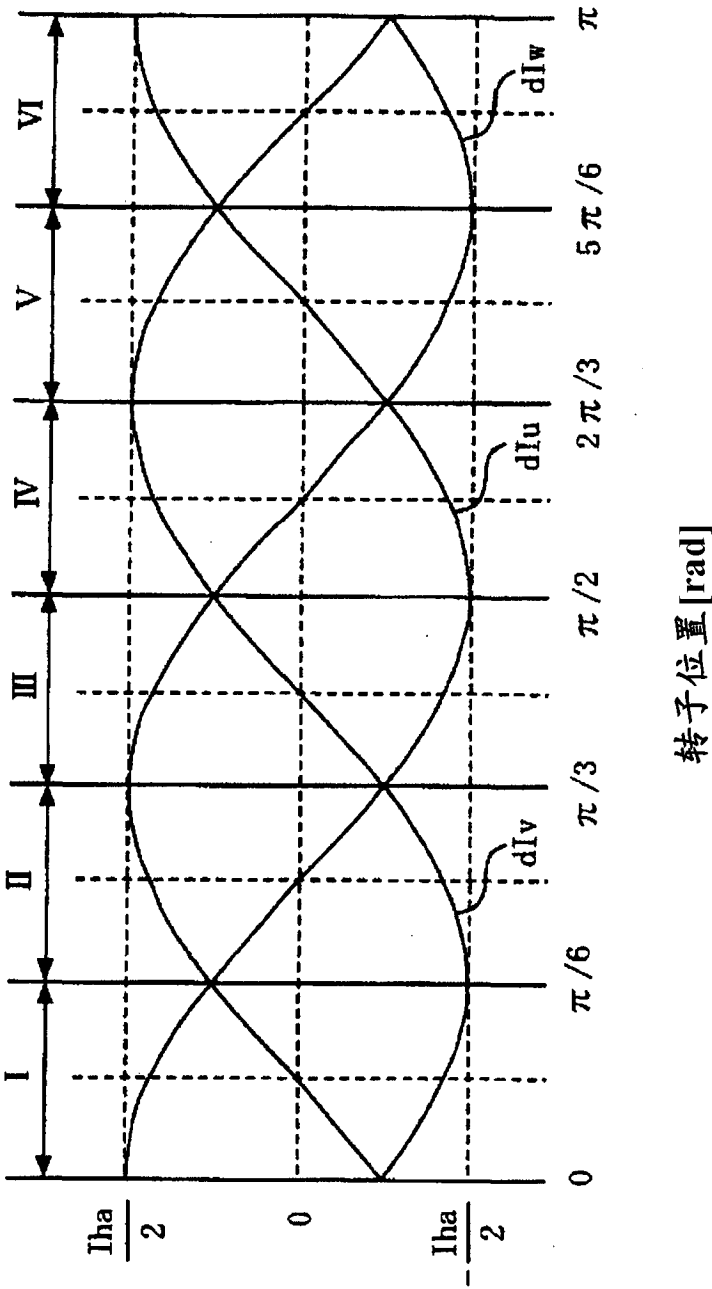


图 4

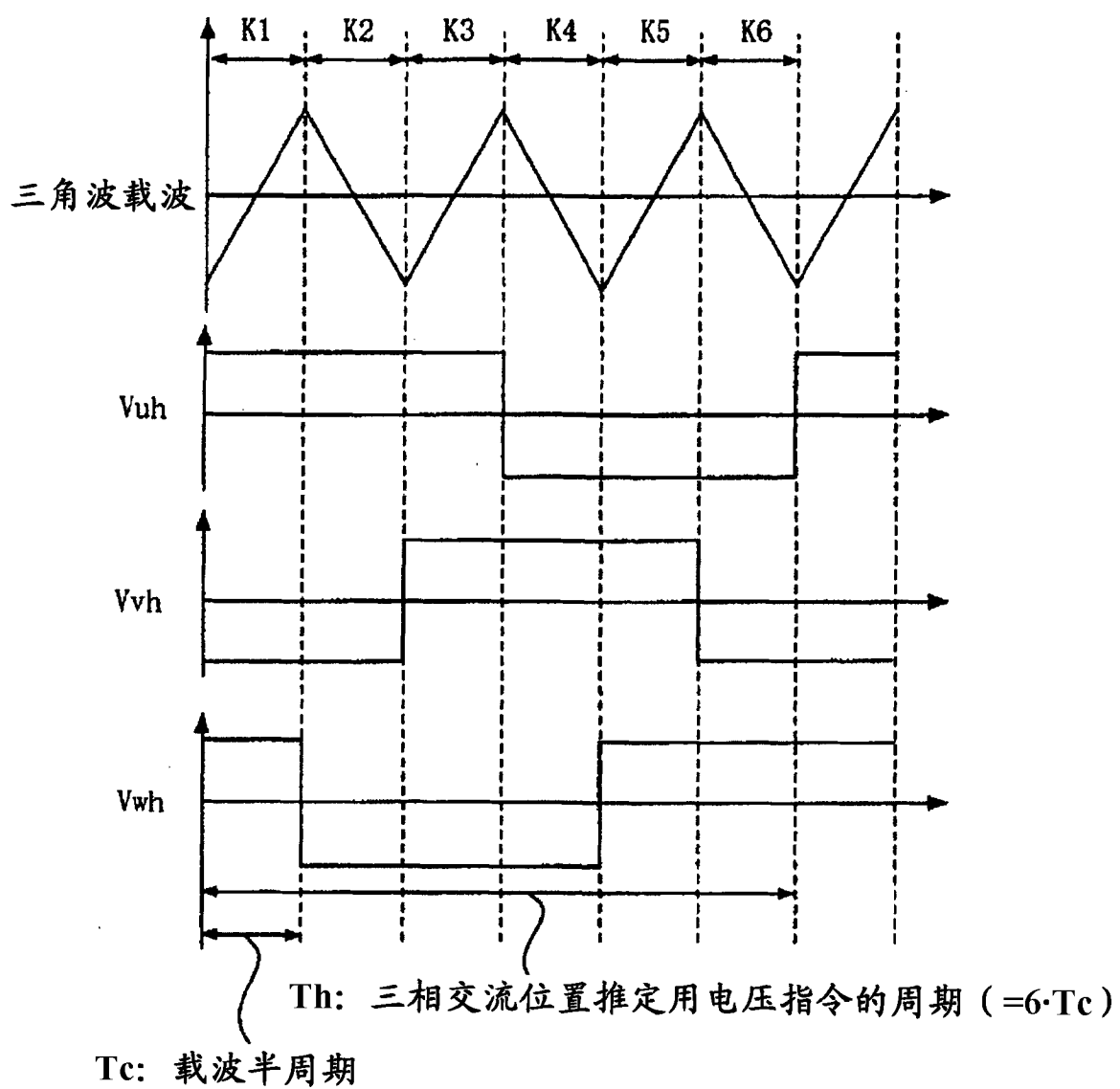


图 5

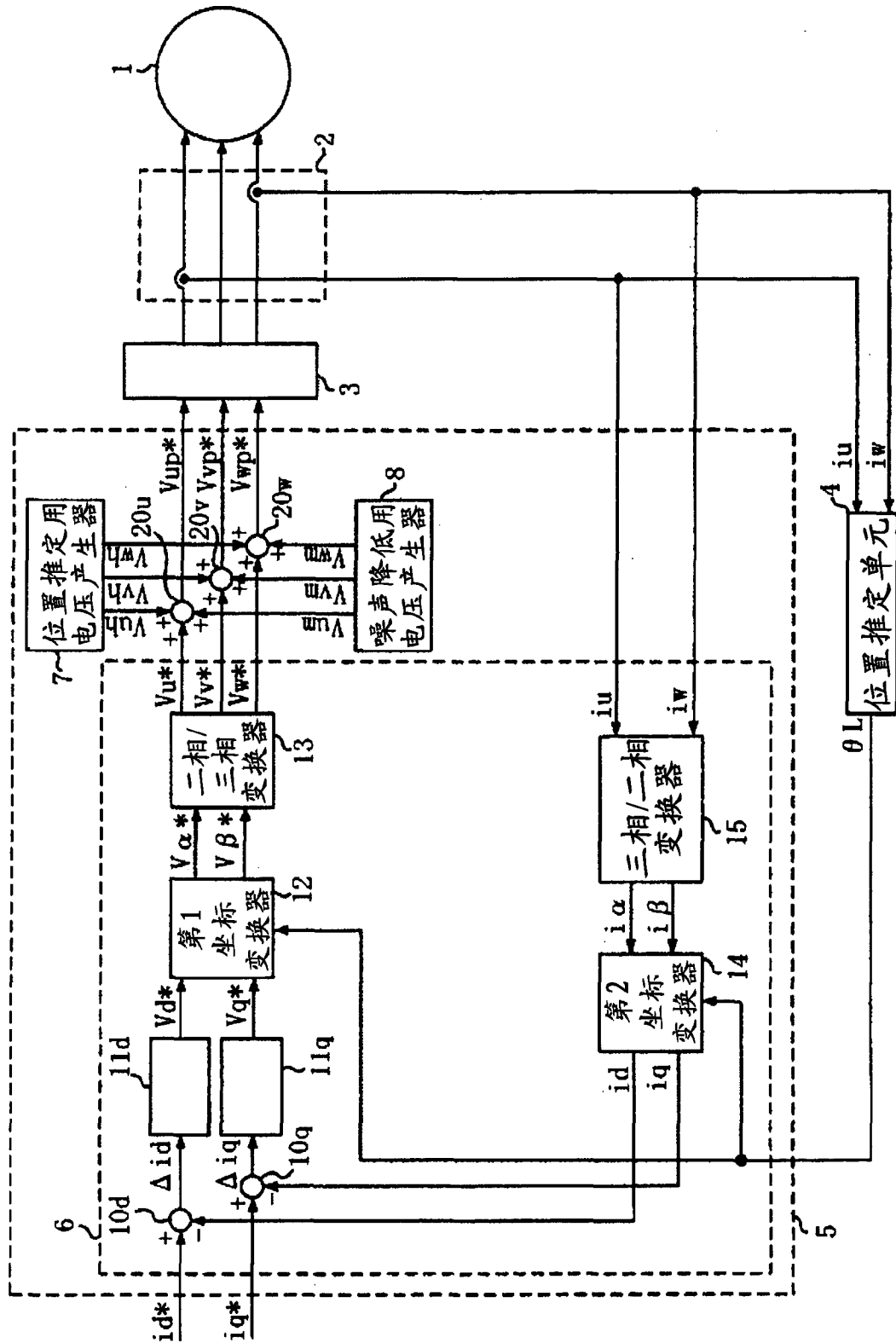


图 6

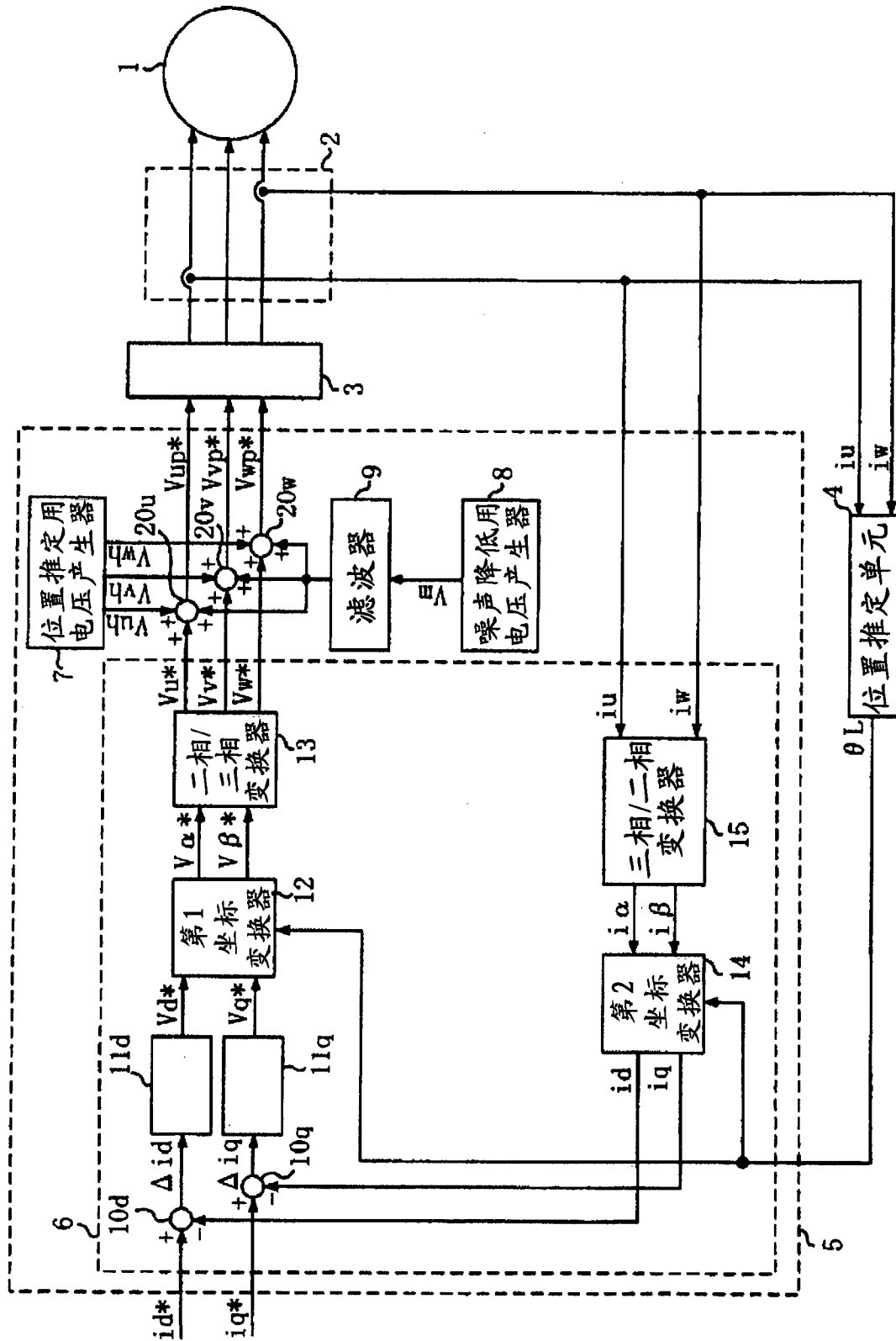


图 7

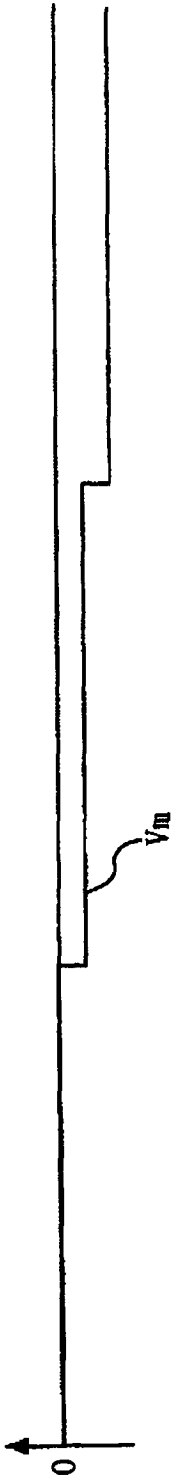


图 8

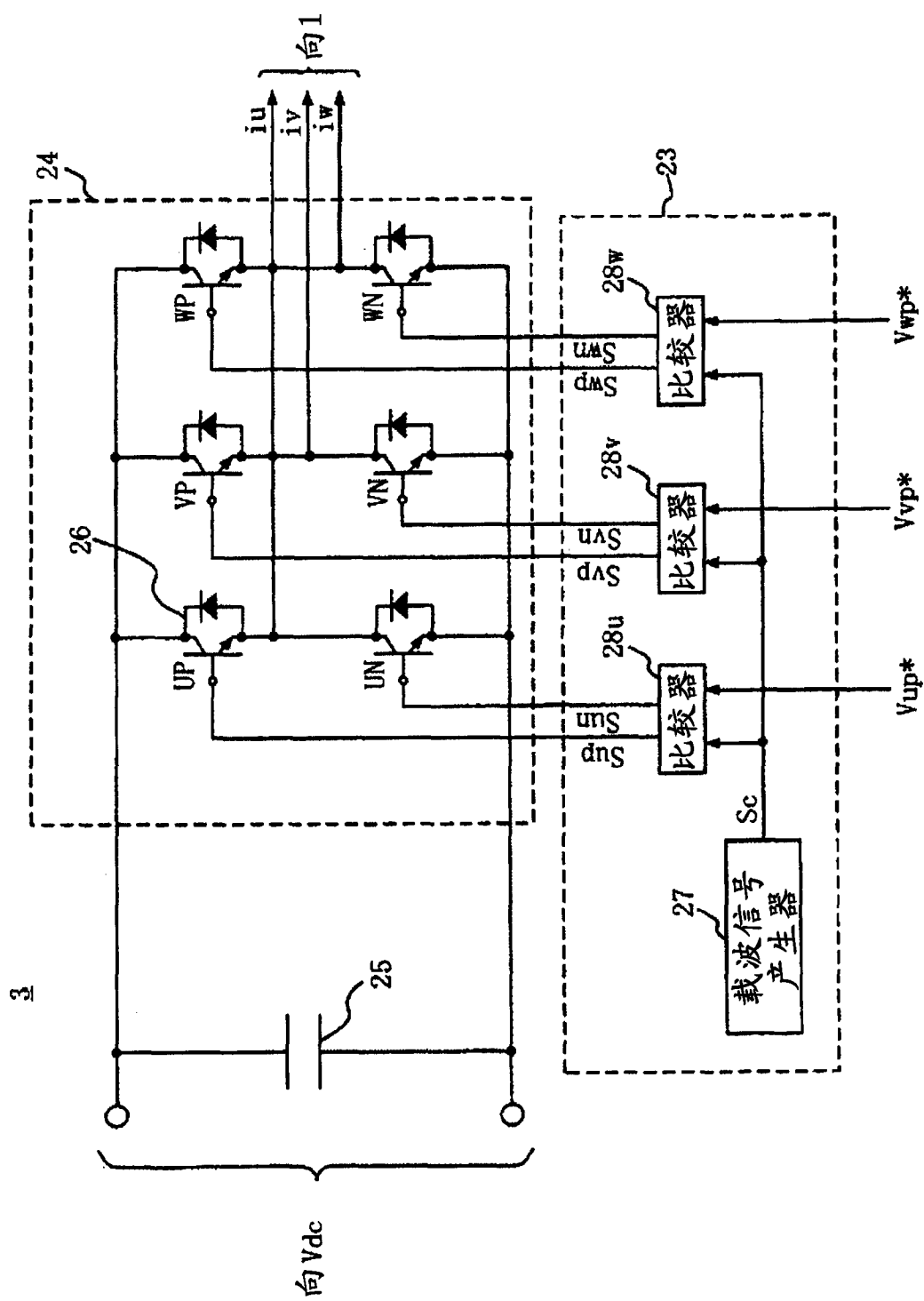


图 9

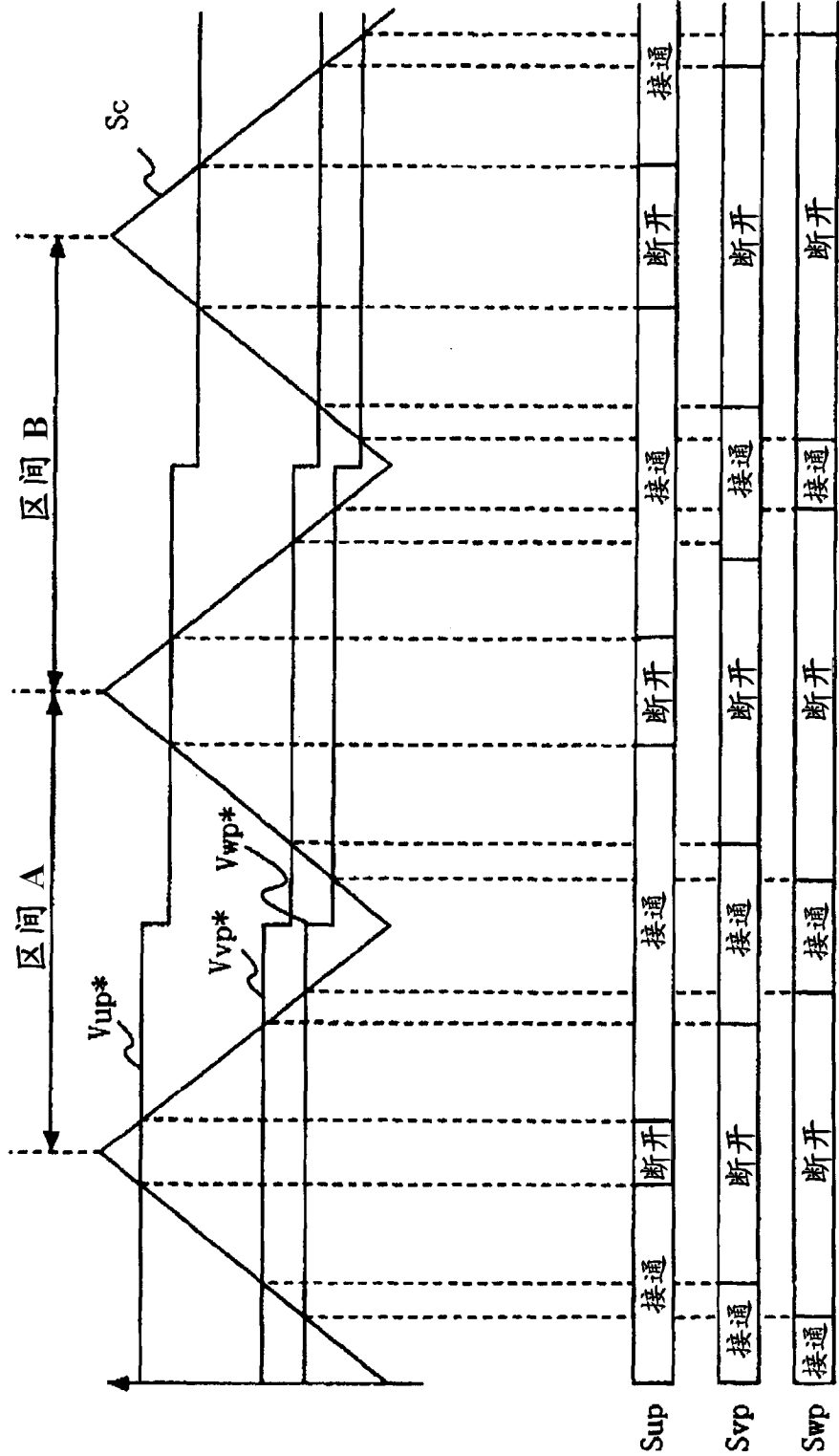


图 10

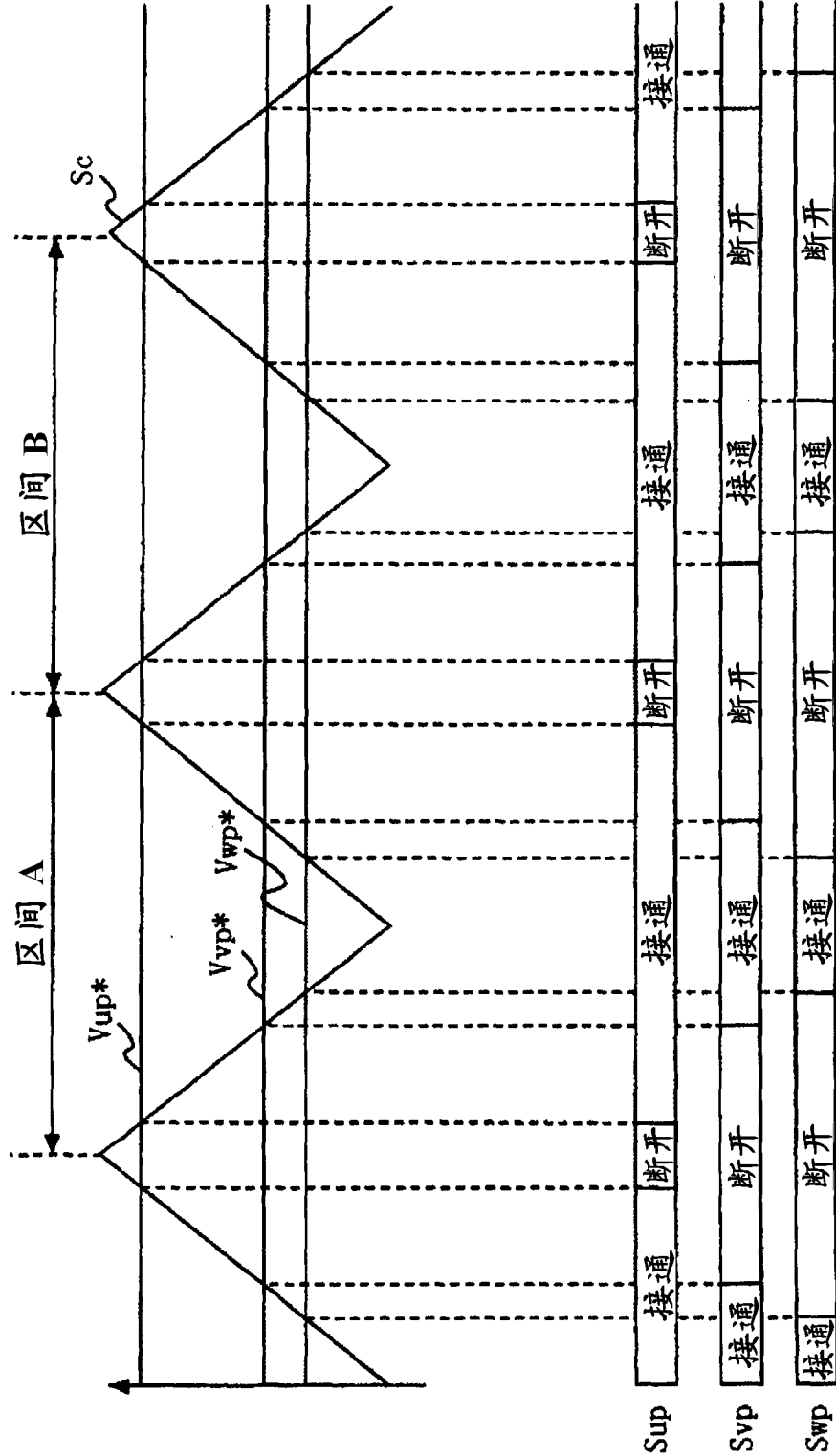


图 11

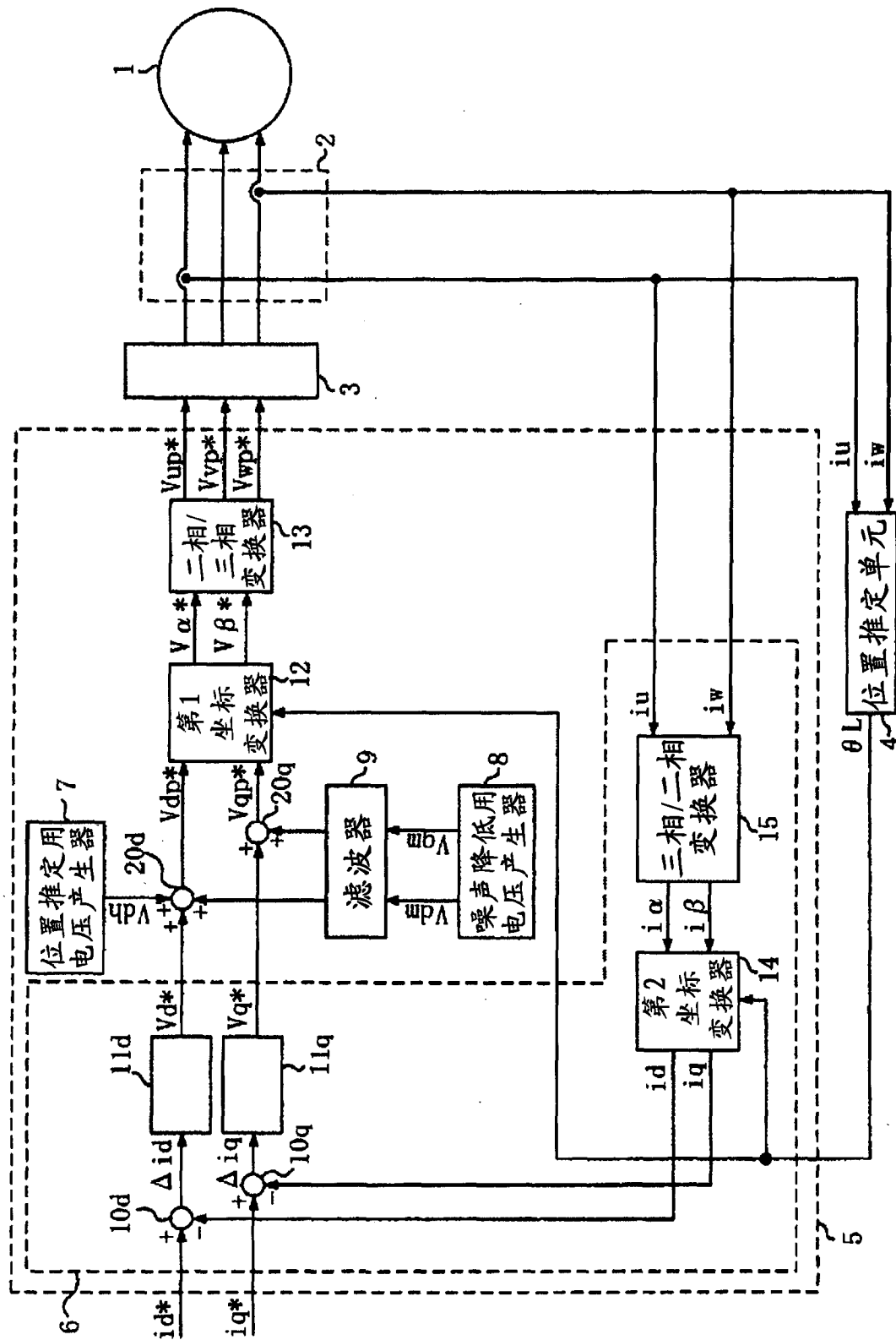


图 12

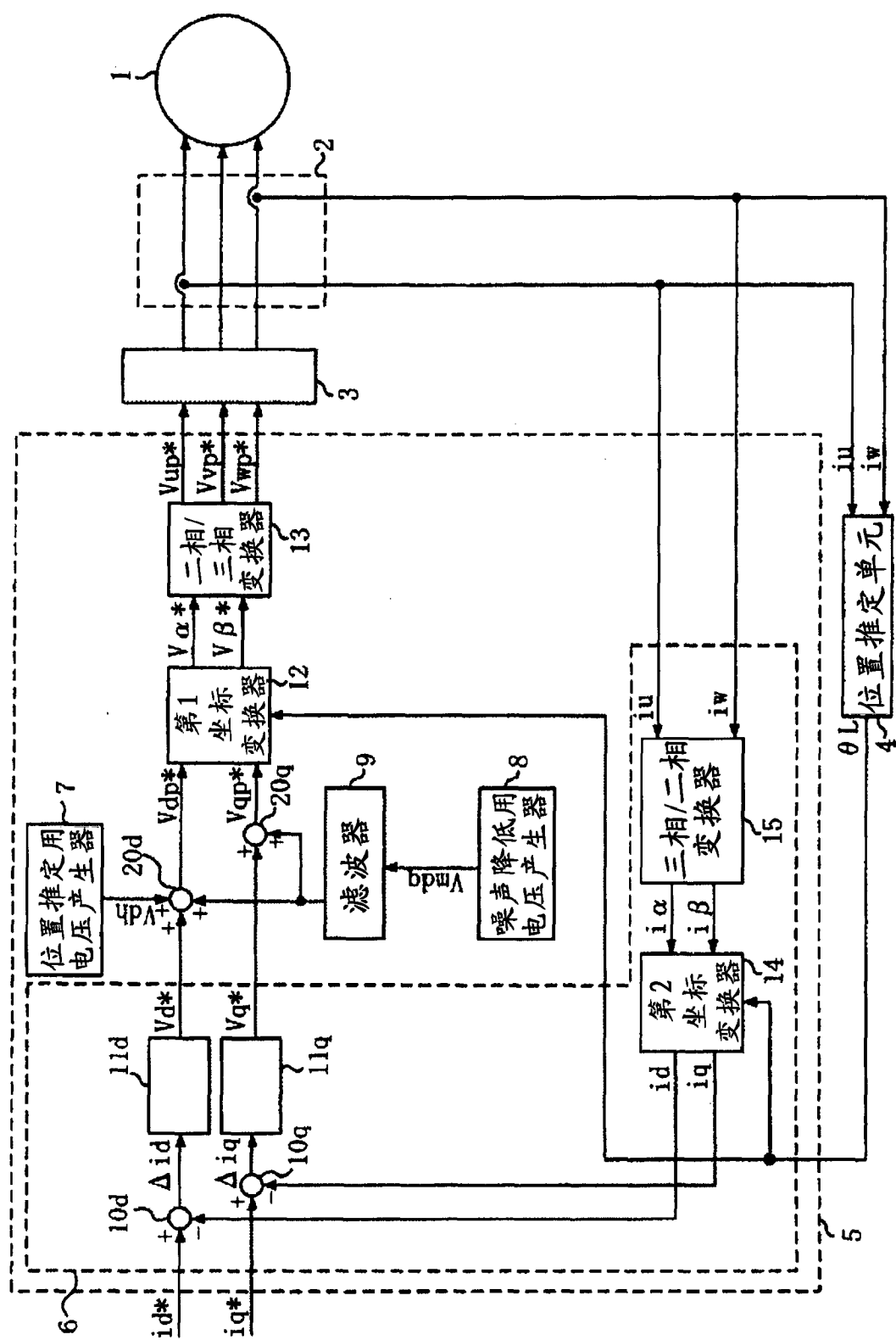


图 13